



# **Análise Estrutural de Analogias estabelecidas em uma aula sobre Equilíbrio Químico**

**Alexandre da Silva Ferry**

CEFET-MG e CIEd/IE da UMinho – Braga

**Helder de Figueirêdo e Paula**

Setor de Física – COLTEC e Programa de Pós-graduação da FaE-UFMG

**Laurinda Leite**

CIEd/IE da UMinho – Braga

## Contexto e motivação do trabalho

- ✓ O uso de analogias em sala de aula é uma **prática de ensino** muito **comum**, normalmente realizada de forma **espontânea** e **pouco sistematizada** pelos professores de Ciências.
- ✓ Em diversas ocasiões, professores de Ciências estabelecem comparações que **não se configuram como analogias** propriamente ditas, o que pode comprometer a compreensão do conceito, teoria ou modelo científico tomados como objeto do ensino.

## Questão que orientou esta pesquisa

*Como como determinados aspectos estruturais das comparações estabelecidas por um professor de Ciências experiente se configuram para torná-las analogias contextualmente adequadas para o ensino de conceitos, modelos ou teorias científicas?*

## Objetivos específicos deste trabalho

- Analisar a estrutura de comparações construídas por um professor experiente de Química;
- Diferenciar as analogias construídas por esse professor de outros tipos de comparações;

## Referenciais teóricos

Dimensão Estrutural	Dimensão Expressiva
<b>Teoria do Mapeamento Estrutural de Gentner (1983)</b>	Teoria Multimodal da Semiótica Social de Kress (2011)
<i>Multiconstraint theory</i> de Holyoak & Thagard (1989)	Descrição funcional dos Gestos de Kendon (2004)

GENTNER, D. (1983) Structure-mapping: a theoretical framework for analogy. **Cognitive Science**, Hoboken, 7(2), 155-170.

GENTNER, D.; MARKMAN, A. B. (1997) Structure mapping in analogy and similarity. **American Psychologist**, Washington, 52(1), 45-56.

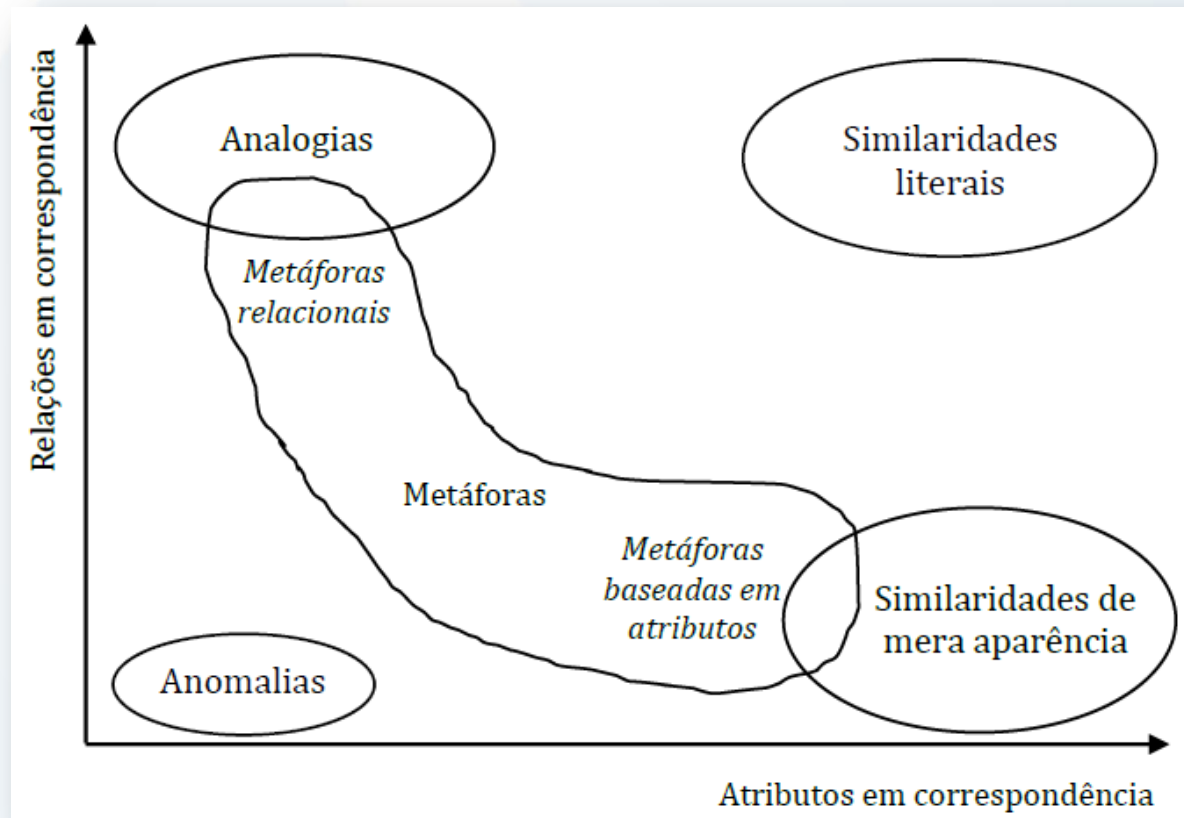
## Tipos de predicados mapeados em diferentes tipos de comparações.

COMPARAÇÕES	Quantidade de <b>atributos</b> mapeados para o alvo	Quantidade de <b>relações</b> mapeadas para o alvo
Similaridade literal	Muitos	Muitas
<b>Analogias</b>	Poucos	Muitas
Abstração	Poucos <sup>1</sup>	Muitas
Anomalias	Poucos ou nenhum	Poucas ou nenhuma
Mera aparência <sup>2</sup>	Muitos	Poucas

<sup>1</sup> As abstrações se diferenciam das analogias por envolverem praticamente nenhum atributo de objeto tanto no domínio base quanto no domínio alvo, principalmente quando esses domínios carecem de concretude.

<sup>2</sup> Originalmente as comparações que envolvem mera aparência não estão presentes nessa tabela, mas são amplamente discutidas no texto de Gentner (1983).

**Gráfico:** Espaço de similaridades com diferentes tipos de comparação em função do número de relações e de atributos colocados em correspondência.



**Fonte:** Gentner & Markamn (1997, p. 48)

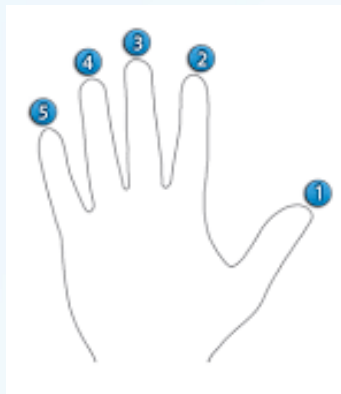
FERRY, A.S.; PAULA, H.F.; LEITE, L.F.S. *Análise Estrutural de Analogias estabelecidas em uma aula sobre Equilíbrio Químico*. [Apresentação]. Encontro Nacional de Educação em Ciências (ENEC), XVII, 14 a 16 de setembro de 2017 – Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Portugal. [19 slides]



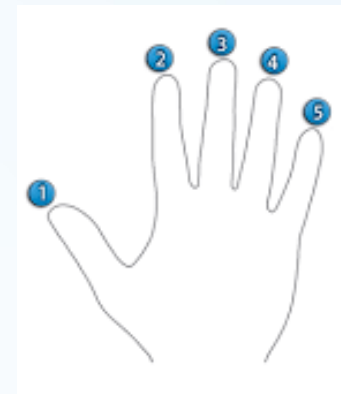
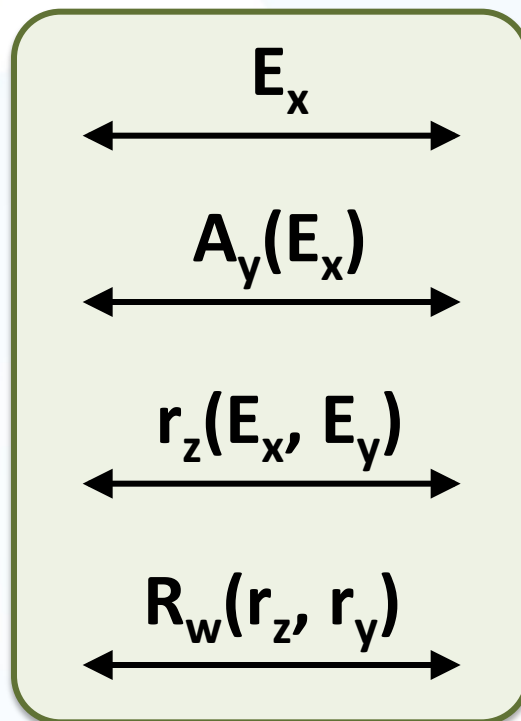
# Analogias na perspectiva da TME

- i. um tipo de comparação
- ii. com foco relacional
- iii. estabelecidas para se explicar ou compreender domínios desconhecidos (alvos) a partir de outros conhecidos (bases, familiares)

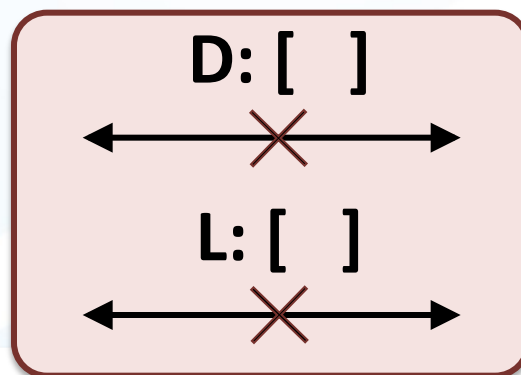




Domínio base da  
comparação/analogia



Domínio alvo da  
comparação/analogia



# METODOLOGIA

- ❖ **Produção de registros** audiovisuais das aulas de um professor de Química, seguindo orientações de Kress et al (2001).
- ❖ **Seleção de episódios** nos quais o professor estabeleceu comparações.
- ❖ **Transcrição das falas** ocorridas nos episódios selecionados, segundo um padrão adaptado de Buty & Mortimer (2008).
- ❖ **Mapeamento estrutural** de algumas comparações estabelecidas durante uma aula sobre Cinética Química a partir da teoria proposta por Gentner (1983).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em duas aulas registradas e selecionadas para análise, o professor:

- abordou aspectos cinéticos e dinâmicos das reações químicas em equilíbrio;
- e estabeleceu **7 comparações** – 3 no contexto da cinética química e 4 para tratar do equilíbrio entre as reações.

## Domínios das comparações estabelecidas pelo professor

Comparação	Domínio base	Domínio alvo
1	Forma de um sino	Forma de uma curva gaussiana
2	Distribuição das notas dos alunos em uma prova	Distribuição da energia cinética de moléculas em reação química
3	Relação de encaixe entre fechadura e chave	Relação químico-estrutural estabelecida entre enzimas e substratos nos processos bioquímicos

Comparação	Domínio base	Domínio alvo
4	Exemplo de situação de equilíbrio estático	Exemplo de situação de equilíbrio dinâmico
5	Entrada e saída de água em um tanque com uma torneira capaz de enchê-lo, na parte superior, e furos capazes de esvaziá-lo, na parte inferior	Dinâmica de duas reações químicas em equilíbrio, sendo uma o inverso da outra
6	Implicações de uma brincadeira envolvendo a troca de cadeiras entre duas salas de aula	Dinâmica de duas reações químicas, em equilíbrio, sendo uma o inverso da outra
7	Situações de reestabelecimento de equilíbrio por uma pessoa em uma corda bamba	Inscrição na lousa: “Equilíbrio se desloca sempre no sentido contrário da ação empreendida”

## Exemplos dos mapeamentos estruturais que realizamos

Domínio Base	Correspondências	Domínio Alvo
Sino	$E_1$	Gráfico
Forma do sino	$A_1(E_1)$	Forma do gráfico

Trata-se de uma comparação por *mera aparência*.

## Mapeamento estrutural de uma das analogias construídas

Domínio Base	Correspondências	Domínio Alvo
Alunos	$E_1$ ↔	Moléculas
Nota	$E_2$ ↔	Energia cinética
Prova	$E_3$ ↔	Reação química
Notas dos alunos em provas	$r_1 (E_1, E_2, E_3)$ ↔	Energia cinética (EC) das moléculas em reação química
Nota média dos alunos em uma prova na qual a turma foi malsucedida	$r_2 (E_1, E_2, E_3)$ ↔	EC média das moléculas em uma reação que se processa em temperatura mais baixa
Distribuição das notas dos alunos em torno da média	$R_1 (r_1, r_2)$ ↔	Distribuição da EC das moléculas em torno da média



Nota mínima para aprovação dos alunos ("média para aprovação")	$A_1(E_3)$	Ec mínima para ocorrência da reação química (energia de ativação)
Número de alunos com nota igual ou superior à nota mínima para aprovação	$R_2(r_1, A_1)$	Número de moléculas com Ec igual ou superior à Ec de ativação
Nota média dos alunos inferior à nota mínima para aprovação	$R_3(r_2, A_1)$	Ec média das moléculas inferior à energia de ativação da reação química
Aplicação de outra prova como uma nova oportunidade para a aprovação dos alunos	$R_4(r_1, r_2)$	Aumento da temperatura de um sistema como nova condição para a ocorrência de uma reação química
Redução na quantidade de alunos com notas inferiores à nota mínima, na segunda prova aplicada	$R_5(R_1, R_4)$	Redução na quantidade de moléculas com energia inferior à energia de ativação, na temperatura mais elevada
Aumento da nota média dos alunos na segunda prova	$R_6(R_1, R_4)$	Aumento da energia cinética média das moléculas, na temperatura mais elevada
Conservação do valor da nota mínima que serve de critério para a aprovação dos alunos	$R_7(A_1, R_4)$	Conservação do valor da energia de ativação para a ocorrência da reação química
*Aumento da quantidade de alunos com nota igual ou superior à nota mínima para aprovação	$R_8(R_2, A_1, R_4)$	Aumento da quantidade de moléculas com energia cinética igual ou superior à energia de ativação
* A relação $R_8$ não foi enunciada, explicitamente, pelo professor a respeito do domínio base.		

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

- ✓ A análise evidenciou a **complexidade** e a **sofisticação** de algumas analogias estabelecidas e a forma como elas foram **construídas sistematicamente** pelo professor;
- ✓ algumas comparações por mera aparência foram **localmente úteis e atraentes** para que, a partir delas, o professor pudesse construir comparações tipicamente analógicas e adequadas para o ensino de Ciências

- ✓ Consideramos que o trabalho sinaliza o **potencial** do mapeamento estrutural de comparações como **ferramenta para a análise** do uso desse recurso discursivo como mediação no ensino de Química;
- ✓ e oferece elementos para discussão sobre as **características e as estratégias de uso das analogias** em programas de formação inicial e continuada de professores.

## PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

GENTNER, D. Structure-mapping: A theoretical framework for analogy. **Cognitive Science**, 1983, p.155-170.

KRESS, G.; JEWITT, C.; OGBORN, J.; TSATSARELIS, C.  
**Multimodal teaching and learning:** The rhetorics of the science classroom. London: Continuum, 2001

## AGRADECIMENTOS

Esta investigação foi parcialmente financiada pelo CIEd – Centro de Investigação em Educação, projeto UID/CED/1661/2013 e UID/CED/1661/2016, Instituto do Educação, Universidade do Minho, através de fundos nacionais da FCT/MCTES-PT

**FCT** Fundação  
para a Ciência  
e a Tecnologia

 REPÚBLICA  
PORTUGUESA